

EM法を用いた岸壁・護岸背面地盤の空洞・緩み位置確認手法について

東亜建設工業株式会社 正会員 ○一野武史

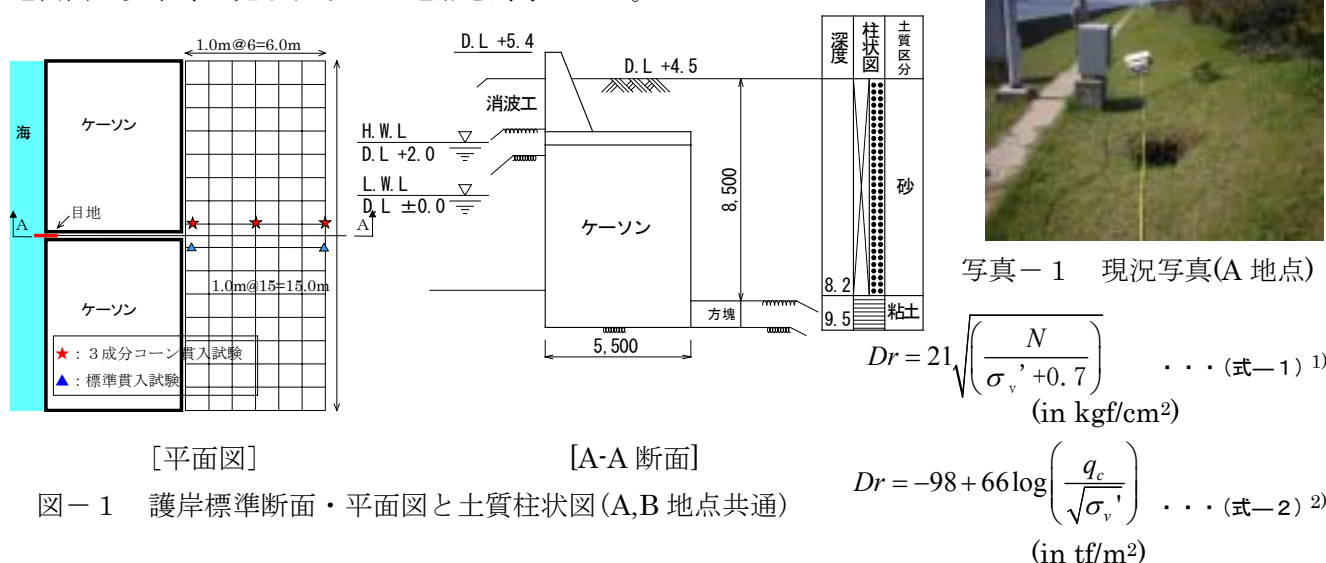
東亜建設工業株式会社 正会員 大野康年

1. はじめに

岸壁・護岸背面の埋立地盤では、ケーソン目地部および基礎マウンド等への埋立砂の吸い出し・流出により地盤中に発生した空洞の崩壊による陥没が問題となっている。本論文では、砂質土の電気比抵抗が主に間隙率の影響を受けることに着目し、電磁探査法の一つであるEM法を用いた手法により陥没が生じている護岸背面地盤部の空洞・緩み領域の判定を試みるとともに、陥没が生じていない護岸背面地盤部へも適用し、比較することで本手法の適用性について検討した。

2. 調査概要

調査サイトは、東京湾臨海部埋立地で、重力式ケーソン護岸の背面に千葉県産の海砂を用いて1970年から埋立が開始され、70年代の後半に全体の埋立が完了している。護岸構造の標準断面・平面図および柱状図を図-1に示す。地下水位は、GL-4.5m、埋立層は、細砂を主体とし、土粒子密度は $\rho_s=2.7\text{g/cm}^3$ 、均等係数 $U_c=3.5$ 、平均粒径 $D_{50}=0.3\text{mm}$ 、細粒分含有率 $F_c=7\%$ である。調査は、ケーソン目地位置の地表面陥没（写真-1）が見られ護岸前面海底部に流出砂が確認されているA地点および締固め工法等により埋立砂流出対策が実施され、地表面の沈下等の見られないB地点を対象とした。



3. 空洞・緩み確認手法

調査手法手順を1)～4)に示す。

- 1) EM法により護岸背面埋立地盤の比抵抗値 ρ の地盤内分布を測定する（測定位置は図-1を参照）。
- 2) 標準貫入試験または電気式コーン貫入試験を実施し、N値または先端抵抗 q_t を測定し、(式-1)¹⁾または(式-2)²⁾を用いて相対密度 Dr を求める（測定位置は図-1を参照）。
- 3) Dr と ρ の相関関係から、非常に緩い($Dr=0\sim20\%$)および緩い($Dr=20\sim40\%$)領域に対応する ρ を設定する。
- 4) EM法により得られた比抵抗分布の内、3)で求めた ρ の範囲を吸い出しによる空洞・緩み領域とする。

本研究で使用したEM法³⁾は、地上に設置した発信源から16種類の周波数の磁場を順次発生させることで地盤中に二次磁場を誘導し、その二次磁場強度を測定することによって深度方向の比抵抗分布を測定するもの

キーワード：空洞化診断 EM法 原位置試験

連絡先：〒102-8451 東京都千代田区四番町5 東亜建設工業（株） TEL.03-3262-5106 FAX 03-3264-2685

である。本実験では、比較的浅層領域での調査であることから発信周波数 76～1024kHz の高周波型 EM 探査機を使用した。また、測定装置がコンパクトで地盤と非接触で測定可能なため地盤表面状況の制約を受け難い等の特長を有している。

4. 適用結果

図-2 に EM 法により得られた A,B 地点の埋立地盤内の比抵抗分布を示す。A 地点では護岸近傍の GL-4m～GL-8m の深度に $\rho=10\sim30\ \Omega\text{m}$ の低比抵抗領域が分布しているのに対して、B 地点では埋立地盤のほぼ全域で $\rho=40\sim60\ \Omega\text{m}$ の比抵抗値を示している。

次に、原位置相対密度と比抵抗値を比較するため埋立層を対象に標準貫入試験および電気式コーン貫入試験を実施した。図-3 に N 値および qt から(式-1)および(式-2)を用いて導いた D_r と ρ の関係を示す。図-3 より D_r と ρ の間には高い相関性が認められ $D_r=0\sim20\%$ (非常に緩い)に対して $\rho=15\sim25\ \Omega\text{m}$, $D_r=20\sim40\%$ (緩い)に対して $\rho=25\sim30\ \Omega\text{m}$ の結果が得られた。また、砂質土の比抵抗値は主に間隙率の影響を受け、地盤の緩い領域では比抵抗値が小さくなることから、EM法により得られた比抵抗分布の内、 $\rho\leq 25\ \Omega\text{m}$ および $\rho=25\sim30\ \Omega\text{m}$ を吸い出しによる緩み領域と判定した。

図-4 に判定された緩み領域を示す。埋立砂の流出が確認されている A 地点と埋立砂流出対策が実施されている B 地点の評価結果を比較すると、A 地点では緩み領域が護岸近傍に集中し、地表面へ至っているのに対して、B 地点では、緩み領域が存在しないことが伺える。これは対策工の効果があらわれているものと考えられる。

5. まとめ

岸壁・護岸の埋立砂の吸い出し・流出により地盤中に発生した空洞および緩み領域を

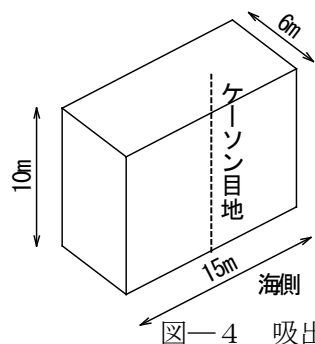


図-4 吸出しによる緩み領域($\rho\leq 25\ \Omega\text{m}$ 左: A 地点, 右: B 地点)

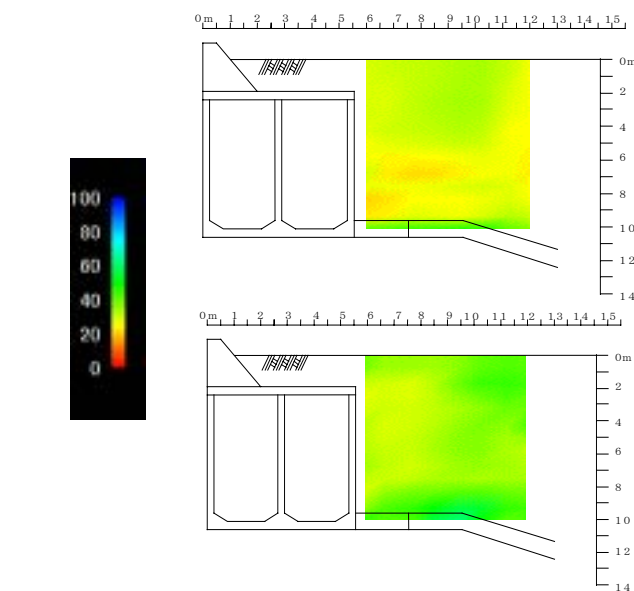


図-2 埋立地盤内の比抵抗分布図(上段: A 地点, 下段: B 地点)

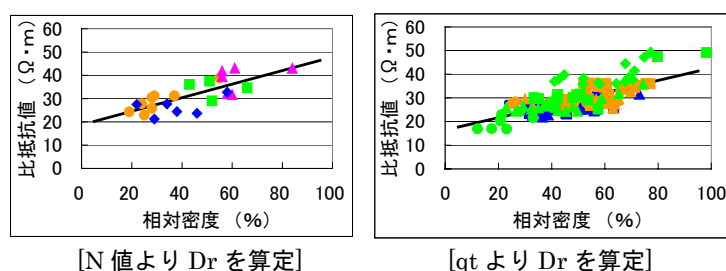
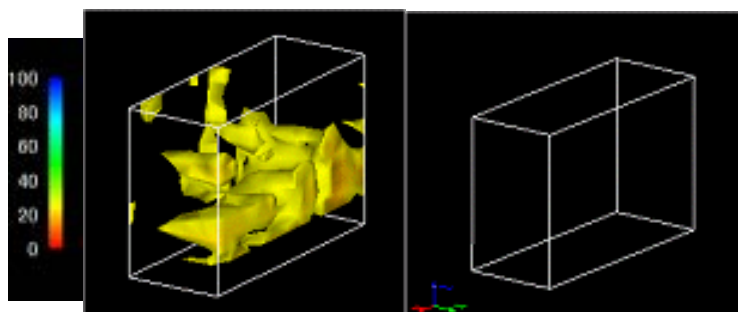


図-3 相対密度～比抵抗関係図



評価する手法としてEM法を用いた手法を提案し、実現場への適用性について検討した結果、埋立砂流出地点の空洞領域を特定することができ、本評価手法により概ね空洞・ゆるみ領域を確認可能であることがわかった。

【参考文献】

- 1) G.G.Meyerhof: Discussion on soil properties and their measurement, Discussion 2, Proc. of the IVth International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Vol.III, 1957, p.110
- 2) Lancellotta, R.: Analisi di Affidabilità in Ingegneria Geotecnica, Atti Istituto Scienza Costruzioni, No.625, Politecnico di Torino, 1983.
- 3) 片山ほか: 多周波数を用いた EM 探査の開発平成 13 年度土木学会関西支部年次学術講演会